



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 41 19 399 C 2

⑤① Int. Cl. 5:  
G 01 M 15/00  
F 02 D 41/00

②① Aktenzeichen: P 41 19 399.7-52  
②② Anmeldetag: 12. 6. 91  
④③ Offenlegungstag: 9. 1. 92  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 26. 8. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
20.06.90 JP 163226/90

⑦③ Patentinhaber:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.  
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,  
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,  
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von  
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,  
Rechtsanw., 8000 München

⑦② Erfinder:  
Kuroda, Toshiki, Himeji, Hyogo, JP; Demizu, Akira,  
Himeji, Hyogo, JP; Nakagawa, Akihiro, Himeji,  
Hyogo, JP

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 39 07 212 A1  
US 47 39 649  
US 42 66 427

⑤④ Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen

DE 41 19 399 C 2

DE 41 19 399 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

Eine Diagnosevorrichtung dieser Art ist bekannt aus DE 39 07 212 A1, mit deren Hilfe der Verbrennungszustand einer Verbrennungskraftmaschine beurteilt werden kann. Die bekannte Vorrichtung weist dazu einen Drucksensor auf, mit dem der Zylinderinnendruck der Verbrennungskraftmaschine erfaßt wird und der ein entsprechendes Ausgangssignal abgibt. Das Ausgangssignal wird abgespeichert und mit Hilfe der abgespeicherten Daten das Ausgangssignal differenziert. Auf der Grundlage des differenzierten Ausgangssignals wird der Verbrennungszustand in einem Zylinder der Verbrennungskraftmaschine beurteilt, in dem auf den Zeitpunkt abgestellt wird, in dem ein Spitzenwert auftritt. Die Verarbeitung der abgespeicherten Werte erfolgt auf einer Zeitbasis, wobei die Verarbeitung begonnen wird mit Erreichen des oberen Totpunkts durch den Zylinder der Verbrennungskraftmaschine.

Obwohl die bekannte Vorrichtung verläßlich arbeitet, wird eine weitere Verbesserung der Verbrennungszustandsdiagnose angestrebt. Dabei soll der erhebliche Aufwand der bekannten Vorrichtung weitgehend vermieden werden.

Demnach ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen zu schaffen, mit der bei vereinfachtem Aufbau Zünd- oder Verbrennungsprobleme bei Verbrennungskraftmaschinen zuverlässiger erfaßt werden können.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Diagnosevorrichtung der eingangs genannten Art, die erfindungsgemäß entsprechend den Merkmalen des Kennzeichens des Patentanspruchs 1 ausgestaltet ist. Eine vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich aus dem Patentanspruch 2.

Entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung differenziert die Differenzierungseinrichtung des Ausgangssignals der Druck-Erfassungseinrichtung bezogen auf den Kurbelwinkel der Verbrennungskraftmaschine und bestimmt bezogen auf ein vorbestimmtes kleines Kurbelwinkelintervall fortlaufend die Differenz

$$\Delta \frac{dP}{d\Theta} = \frac{dP}{d\Theta} (\Theta + \Delta\Theta) - \frac{dP}{d\Theta} (\Theta)$$

Dabei stellt die Beurteilungseinrichtung über einen Vergleich der fortlaufend gebildeten Differenz mit einem vorbestimmten Wert einen fehlerhaften Zustand der Verbrennungskraftmaschine fest. In der vorteilhaften Ausgestaltung vergleicht die Beurteilungseinrichtung, wenn die fortlaufend gebildete Differenz zumindest gleich dem vorbestimmten Wert ist, einen für den jeweiligen Zylinder festgelegten Kurbelwinkelwert für den oberen Totpunkt mit einem Wert, der in einem Zähler für die vorbestimmten kleinen Kurbelwinkelintervalle gezählt wird, bildet zur Bestimmung des tatsächlichen Zündzeitpunktes die Differenz der beiden Werte und vergleicht zur Feststellung eines fehlerhaften Zustandes den tatsächlichen Zündzeitpunkt mit einem Zündzeitpunktbefehlswert.

Eine vollständige Würdigung der vorliegenden Erfindung und viele der damit erreichten Vorteile gehen aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen genauer hervor, in denen zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm, das einen Grundaufbau der Problemdiagnosevorrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ein Diagramm, das eine Veränderung des Zylinderinnendrucks der Verbrennungskraftmaschine zeigt;

Fig. 3 ein Blockdiagramm, das den gesamten Aufbau eines Ausführungsbeispiels der Problemdiagnosevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4 ein Diagramm, das eine Veränderung des Innendrucks eines jeden Zylinders in der Maschine zeigt;

Fig. 5 ein Diagramm, das die Veränderung des Zylinderinnendrucks im Detail zeigt;

Fig. 6 ein Flußdiagramm, das das Hauptprogramm zur Feststellung eines Maschinenproblems zeigt; und

Fig. 7 ein Flußdiagramm, das ein Unterprogramm in Fig. 6 zeigt.

Bezugnehmend auf die Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile kennzeichnen, und insbesondere auf Fig. 1, bei der es sich um ein Blockdiagramm handelt, das die strukturellen Elemente der Problemdiagnosevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt, kennzeichnet Bezugszeichen M1 eine Verbrennungskraftmaschine, Bezugszeichen M2 eine Kurbelwinkelerfassungseinrichtung, um die Kurbelwinkel zu erfassen, die Impulssignale abgibt, die bei jeder Referenzstellung des Kurbelwinkels und jedem Einheitswinkel pulsieren, Bezugszeichen M3 eine Druckerfassungseinrichtung, um den inneren Druck jedes Zylinders zu erfassen, und Bezugszeichen M4 eine Problemdiagnoseeinrichtung.

Die Problemdiagnosevorrichtung mit obigem Aufbau ist so ausgelegt, daß der Innendruck der Zylinder bei vorbestimmten Kurbelstellungen gemessen wird, die durch die Kurbelwinkelerfassungseinrichtung M2 gegeben sind, und die tatsächliche Zündzeit für jeden der Zylinder entsprechend einem vorbestimmten Prozeß erfaßt wird, wodurch eine Beurteilung einer Fehlfunktion im Zündsystem durchgeführt wird.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Problemdiagnosevorrichtung der vorliegenden Erfindung. In Fig. 3 kennzeichnet Bezugszeichen 1 eine Verbrennungskraftmaschine mit ersten bis vierten Zylindern, Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 und Nr. 4 und die Bezugszeichen 6 bis 9 jeweils Drucksensoren, die den Innendruck eines jeden der Zylinder 2 bis 5 erfassen. Der Drucksensor kann ein piezoelektrisches Element sein, das eine elektrische Ladung entsprechend einer Veränderung des Drucks in dem Zylinder erzeugt, oder ein Halbleiterdrucksensor, der ausgelegt ist, um einen Druck auf die Halbleitermembran zu leiten, um dadurch den Druck als Veränderung des Widerstandes zu erfassen.

Das Bezugszeichen 10 kennzeichnet einen Kurbelwinkelsensor, der an der Kurbelwelle der Maschine 1 angebracht ist. Der Kurbelwinkelsensor 10 gibt ein Referenzstellung-Impulssignal für vorbestimmte Kurbelwinkelreferenzstellungen (zum Beispiel alle 180° und 720°) ab und gibt einen Einheitswinkel-Impulssignal für jeden Einheitswinkel (zum Beispiel je 1°) ab, um dadurch eine Zeitzählung für die Druckerfassung festzulegen. Bezugszeichen 30 kennzeichnet eine Meßeinrichtung für den Zylinderinnendruck, um die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 und des Kurbelwinkelsensors 10 zu empfangen, so daß der Innendruck eines jeden Zylinders gemessen wird. Die Zylinderinnendruck-Meßeinrichtung 30 umfaßt Schnittstellen (I/F) 12, 13, 14 und 15, die die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 in Spannungswerte umwandeln, eine Zeitzählung erz

lungsschnittstelle 16, um das Ausgangssignal des Kurbelwinkelsensors 10 zu empfangen, einen A/D-Wandler 27, einen Ein-Chip-Mikrocomputer 26 mit einem Speicher 28 und einen Multiplexer 29, der die Ausgangssignale der Schnittstellen 12 bis 15 auswählt, die Ausgangssignale schaltet und sie an den A/D-Wandler entsprechend einem Steuerbefehl des Mikrocomputers 26 überträgt.

Bei der Problemdiagnosevorrichtung mit obigem Aufbau werden die Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 in den Multiplexer 29 über die Schnittstellen 12 bis 15 eingegeben, die ausgegebenen Signale im Multiplexer 29 ausgewählt und die ausgewählten Signale sequentiell in den Mikrocomputer 26 eingegeben.

Die Fig. 4a bis 4c zeigen eine Veränderung des Innendrucks jedes Zylinders 2 bis 5 (bei diesem Ausführungsbeispiel dient eine 4-Zylinder/4-Takt-Maschine als Beispiel) bezogen auf den Kurbelwinkel und die Signalverläufe in jedem Teil. In Fig. 4a kennzeichnet eine durchgezogene Linie den Druckverlauf des ersten Zylinders Nr. 1 der Maschine 1, eine durchbrochene Linie den Druckverlauf des dritten Zylinders Nr. 3, eine einfach punktierte Linie den Druckverlauf des zweiten Zylinders Nr. 2 und eine doppelt punktierte Linie den Druckverlauf des vierten Zylinders Nr. 4, wobei die Bereiche BDC untere Totpunkte und die Bereiche TDC obere Totpunkte repräsentieren. Wie in Fig. 4a dargestellt, besitzt der Verdichtungszyklus jedes Zylinders in der 4-Zylinder-Maschine einen Phasenunterschied des Kurbelwinkels von  $180^\circ$ . In Fig. 4a sind nur der Kompressionsvorgang und der Explosionsvorgang für den Druckverlauf der Zylinder Nr. 2 bis Nr. 4 dargestellt und der Ansaugvorgang und der Ausstoßvorgang sind weggelassen.

Der Kurbelwinkelsensor 10 erzeugt ein Zylinderunterscheidungssignal mit einem Intervall von  $720^\circ$ , wie in Fig. 4b dargestellt, und ein Kurbelwinkelsignal mit Intervallen von  $1^\circ$ , wie in Fig. 4c dargestellt. Diese Signale werden in den Mikrocomputer 26 über die Zeitzählungsschnittstelle 16 eingegeben. Die Drucksignale werden durch den Multiplexer 29 ausgewählt und einer A/D-Umwandlung durch den A/D-Wandler 27 bei vorbestimmten Kurbelwinkeln unterzogen und die A/D-umgewandelten Drucksignale werden im Speicher 28 gespeichert.

Im folgenden wird ein Verfahren zur Erfassung eines tatsächlichen Zündzeitverlaufs genauer beschrieben.

Fig. 2 zeigt den Zylinderinnendruckverlauf  $P(\Theta)$  für den ersten Zylinder Nr. 1 und den differenzierten Verlauf  $dP/d\Theta$ , die durch die A/D-Umwandlung der Ausgangssignale der Drucksensoren 6 bis 9 bei jedem der Kurbelwinkelsignale erzielt werden. In Fig. 2 repräsentiert eine unterbrochene Linie die Zylinderinnendruckkurve  $P(\Theta)$  für den ersten Zylinder Nr. 1 und eine durchgezogene Linie die differenzierte Kurve  $dP/d\Theta$  (worauf im folgenden durch  $dP/d\Theta$  Bezug genommen wird) des ersten Zylinders Nr. 1. Der Wert von  $dP/d\Theta$  kann mit der folgenden Formel erzielt werden:

$$dP/d\Theta = P_{AD(n)} - P_{AD(n-1)} \quad (1)$$

Die Formel (1) dient dazu, die Differenz zwischen einem Druckwert  $P_{AD(n)}$ , der bei einem bestimmten Kurbelwinkel erzielt wurde, und dem Druckwert  $P_{AD(n-1)}$  zu erhalten, der bei dem Kurbelwinkel unmittelbar vor dem vorbestimmten Kurbelwinkel erhalten wurde, wobei beide Druckwerte durch A/D-Umwandlung erzielbar sind. Da der Gradient der Kurve im Kom-

pressionsvorgang und im Explosionsvorgang sich abhängig vom Betriebszustand der Maschine verändert, verändert sich der Absolutwert von  $dP/d\Theta$ . Die Zündung einer komprimierten Gasmischung im Punkt A von  $P(\Theta)$  bewirkt einen raschen Anstieg des Gradienten von  $P(\Theta)$ . Als Ergebnis ist es möglich, den tatsächlichen Zündzeitpunkt durch Ermittlung des Punktes B von  $dP/d\Theta$  zu erkennen.

Wie zuvor beschrieben, werden, da der Absolutwert von  $dP/d\Theta$  sich in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Maschine verändert, die folgenden Messungen durchgeführt, um den Punkt B in Fig. 2 zu erfassen. Der Wert  $\alpha$  von  $dP/d\Theta_{(n)}$  für jeden vorbestimmten Kurbelwinkel (zum Beispiel je  $1^\circ$ ) und der Wert  $\beta$  von  $dP/d\Theta_{(n-1)}$  bei einem Kurbelwinkel unmittelbar vor dem vorbestimmten Kurbelwinkel werden jeweils ermittelt und der Wert  $\gamma$  von  $\Delta dP/d\Theta$ , der die Differenz zwischen den Werten  $\alpha$  und  $\beta$  ist, wird durch  $\gamma = \alpha - \beta$  ermittelt, wie in Fig. 5 dargestellt ist. Der tatsächliche Zündzeitpunkt kann bestimmt werden durch Bestimmung des Punktes, indem der Wert  $\gamma$  gleich oder größer einem vorbestimmten Wert wird, nämlich des Punktes B, in dem der Gradient von  $P(\Theta)$  durch Zündung rapide ansteigt, so daß der Gradient von  $dP/d\Theta$  rapide ansteigt.

Demnach wird der tatsächliche Zündzeitpunkt erfaßt und mit dem Zündzeitpunkt verglichen, der zuvor durch eine Maschinensteuerungseinheit bestimmt wurde, wodurch eine Problemdiagnose des Zündsystems durchgeführt wird.

Der Zeitverlauf der Messung des tatsächlichen Zeitpunkts wird nun beschrieben. Der Zeitpunkt, bei dem die komprimierte Gasmischung gezündet wird, liegt stets im  $180^\circ$ -Bereich (der durch ein Symbol I in Fig. 2 angedeutet ist) vom  $270^\circ$ -Punkt im Kompressionsvorgang bis zum  $450^\circ$ -Punkt im Explosionsvorgang. Dementsprechend wird eine A/D-Umwandlung des Zylinderinnendrucks bei jedem Kurbelwinkelsignal innerhalb des Bereichs von  $180^\circ$  ausgeführt. Der obere Totpunkt des ersten Zylinders im Ansaugvorgang wird durch das Zylinderunterscheidungssignal, wie in Fig. 4b dargestellt, bestimmt, und der Kurbelwinkel wird durch das Kurbelwinkelsignal, wie in Fig. 4c, bestimmt. Ein Kurbelwinkelzähler CCA, der durch Empfangen des Kurbelwinkelsignals beginnt aufwärts zu zählen, wird durch das Zylinderunterscheidungssignal, wie in Fig. 4b, zurückgesetzt, und das Aufwärtszählen wird dann durch das Kurbelwinkelsignal ausgeführt. In dem durch das Symbol I in Fig. 2 gekennzeichneten Bereich werden die Zylinder durch die vom Zähler CCA gezählten Werte unterschieden und die Zündung der Zylinder wird sequentiell erfaßt.

Die Fig. 6 und 7 sind Flußdiagramme zur Erfassung des Zündzeitpunkts eines jeden der Zylinder.

Fig. 6 zeigt das Hauptprogramm zur Erfassung des Zündzeitpunkts. Im Schritt 100, um die Erfassung des Zündzeitpunkts zu beginnen, wird der Speicher zur Speicherung der Daten des Zündzeitpunkts zurückgesetzt und der Zähler zum Zählen der Kurbelwinkel wird gelöscht.

Im Schritt 101 wird eine Entscheidung durchgeführt, ob das Zylinderunterscheidungssignal (Fig. 4b) des Kurbelwinkelsensors 10 auftritt oder nicht. Wenn das Zylinderunterscheidungssignal erfaßt wird, wird der Vorgang des Schritts 102 bewirkt. Nämlich, der Mikrocomputer 26 empfängt das Signal des vierten Zylinders Nr. 4 mittels des Multiplexers 29, so daß das Signal einer A/D-Umwandlung durch den A/D-Wandler unterzogen wird, und setzt einen Wert 90 für den maximalen Vergleichs-

wert CMAX eines Kurbelwinkelmeßzählers im Schritt 102.

Im Schritt 103 wird vom Hauptprogramm, wie in Fig. 6, ein Unterprogramm aufgerufen, um es auszuführen. Die Einzelheiten des Unterprogramms sind in Fig. 7 dargestellt.

Das Winkelsignal des Kurbelwinkelsensors 10 wird, als ein Unterbrechungssignal (Interrupt-Signal) in der Behandlung des Programms, dem Microcomputer 26 über die Schnittstelle 16 zugeführt, wobei das Winkelsignal im Schritt 101 verwendet wird.

Im Schritt S0 in Fig. 7 wird ein Fehlzündungs-Merker, um als Fehlzündung zu gelten, gesetzt, wenn der tatsächliche Zündpunkt B nicht erfaßt werden kann.

In Schritt S1 wird der Zähler CCA bei jeder ansteigenden Flanke der Kurbelwinkelimpulse, dargestellt in Fig. 4c, erhöht.

Im Schritt S2 wird der maximale Vergleichswert CMAX im Zähler der im Hauptprogramm gemäß Fig. 6 bereitgestellt wurde, verglichen mit dem Wert des Zählers CCA, der in Schritt S1 erzielt wurde. Wenn diese beiden Werte nicht miteinander übereinstimmen, wird die A/D-Umwandlung im Schritt S3 begonnen, um dadurch den Druck zu messen. Wenn andererseits die Werte miteinander übereinstimmen, wird die Operation an das in Fig. 6 dargestellte Hauptprogramm zurückgegeben.

In Schritt S4 wird beurteilt, ob die A/D-Umwandlung abgeschlossen ist oder nicht. Falls festgestellt wird, daß die Umwandlung abgeschlossen ist, wird zum Schritt S7 übergegangen. Im Schritt S7 werden der A/D-umgewandelte Druckwert  $P_{AD(n)}$  im vorliegenden Zeitpunkt und der A/D-umgewandelte Druckwert  $P_{AD(n-1)}$  des letzten Zeitpunkts jeweils aus dem Speicher 28 ausgelesen und der Wert  $dP/d\Theta$ , d. h. die Druckdifferenz  $\alpha$  durch Berechnung dieser Werte ermittelt und der Wert  $P_{AD(n)}$  wird für den Wert  $P_{AD(n-1)}$  gesetzt. Im Schritt S10 werden die Druckdifferenz  $\alpha$  und der Wert  $dP/d\Theta$  d. h., der Wert  $\beta$  des letzten Zeitpunkts aus dem Speicher 28 ausgelesen, um  $\Delta dP/d\Theta$  zu berechnen und  $\alpha$  wird für  $\beta$  gesetzt.

Im Schritt S12 wird der Wert  $\Delta dP/d\Theta$  verglichen mit einem vorbestimmten Wert, der eine Totzone oder nicht empfindliche Zone repräsentiert und der zuvor bereitgestellt wurde. Als Ergebnis des Vergleichs wird, wenn der Wert  $\Delta dP/d\Theta$  kleiner ist als der vorbestimmte Wert, d. h. der Wert der nicht-empfindlichen Zone, wird der nachfolgende Schritt zu S1 zurückgeführt. Andernfalls wird zum Schritt S14 übergegangen.

Im Schritt S14 wird der TDC-Wert des Explosionsvorgangs, der im Hauptprogramm erzielt wird, gelesen und die Differenz zwischen dem Wert des Zählers CCA und des TDC-Wertes, d. h. der tatsächliche Zündzeitpunkt (RIG), der dem in Fig. 5 gezeigten Punkt B entspricht, wird berechnet. Für den tatsächlichen Zündzeitpunkt, der in Schritt S14 ermittelt wird, bedeutet ein positiver Wert einen Zeitpunkt vor dem TDC (oberer Totpunkt), was durch BTDC repräsentiert wird, und ein negativer Wert einen Zeitpunkt nach TDC (oberem Totpunkt), was durch ATDC repräsentiert wird.

In Schritt S16 wird ein Zündzeitpunkt-Befehlswert IG, der durch die Steuereinheit zu steuern ist, gelesen, und der Zündzeitpunkt-Befehlswert IG wird mit dem tatsächlichen Zündzeitpunkt RIG verglichen, um einen Differenzwert IG zu erhalten.

Im Schritt S17 wird der Wert  $\Delta IG$  verglichen mit einem Koeffizienten K, der eine Totzonengröße ist, d. h. eine nicht-sensitive Größe, die in Anbetracht einer Ver-

zögerung des Betriebs der Druckerfassungseinrichtung bestimmt ist. Wenn der Wert  $\Delta IG$  größer als der Koeffizient K ist, wird beurteilt, daß ein Problem in Zündsystem auftritt und ein Problem-Merker wird in Schritt S18 gesetzt. Wenn die entgegengesetzte Beurteilung erfolgt, wird der Problem-Merker in Schritt S19 gelöscht. Dann wird der Fehlzündungs-Merker in Schritt S20 gelöscht.

In Fig. 7 korrespondiert die Erfassungseinrichtung für die Veränderung des Zylinderinnendrucks, die eine Veränderung des Zylinderinnendrucks in der Verbrennungskraftmaschine erfaßt, den Schritten S3 und S4. Die Differenzierungseinrichtung, die die Differenzierung der Ausgangssignale, die von der Erfassungseinrichtung für die Veränderung des Zylinderinnendrucks ausgegeben werden, durchführt, korrespondiert zu den Schritten S7 und S10. Die Beurteilungseinrichtung, die beurteilt, daß die Verbrennungskraftmaschine fehlerhaft wird, wenn eine Veränderungsgröße des Ausgangssignals der Differenzierungseinrichtung kleiner ist als ein vorbestimmter Wert, korrespondiert zu den Schritten S14, S16 und S17.

Nachdem die Problemdiagnose in der oben dargestellten Weise durchgeführt wurde, wird im nachfolgenden Schritt zum Schritt 104 im Hauptprogramm, dargestellt in Fig. 6, zurückgekehrt. Im Schritt 104 wird der A/D-Wandler an die Leitung zum zweiten Zylinder Nr. 2 angeschlossen und der maximale Vergleichswert des Kurbelwinkelimpulses für die Druckmessung wird auf 270 in Übereinstimmung mit dem zweiten Zylinder gesetzt. Dann wird Schritt 103 aufgerufen, der das zuvor erwähnte Unterprogramm darstellt und die aufeinanderfolgenden Schritte gemäß Fig. 7 werden ausgeführt, wodurch die Problemdiagnose für den zweiten Zylinder Nr. 2 ausgeführt wird.

Auf dieselbe Art wie oben wird im Schritt 105 der erste Zylinder Nr. 1 bestimmt, im Schritt 106 der dritte Zylinder Nr. 3 und im Schritt 107 wiederum der vierte Zylinder Nr. 4. Für jeden der Schritte 105, 106 und 107 wird die Problemdiagnose jeweils im Schritt 103 durchgeführt.

Dementsprechend wird das Auftreten oder das Fehlen des Problems der Zylinder Nr. 4, Nr. 2, Nr. 1 und Nr. 3 entsprechend der Reihenfolge der Zündung beurteilt. Nach dieser Beurteilung wird zum Schritt 101 zurückgekehrt, so daß die Problemdiagnose wiederholt wird.

Im obigen Ausführungsbeispiel wird der Innendruck der Vielzahl Zylinder intermittierend und sequentiell durch Verwendung eines einzelnen A/D-Wandlers mittels des Multiplexers gemessen, um so Fehlzündungen in den Zylindern zu erfassen. Jedoch kann jeder der Zylinder mit einem A/D-Wandler für die ausschließliche Verwendung vorgesehen werden. In diesem Fall kann Fehlzündung in mehreren Zylindern gleichzeitig erfaßt werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Problemdiagnose des Zündsystems durchgeführt werden durch Erfassung des Innendrucks der Zylinder mittels der Druckerfassungseinrichtung; durch Ermitteln des tatsächlichen Zündzeitpunkts aus dem Ausgangswert der Druckerfassungseinrichtung und durch Vergleich des tatsächlichen Zündzeitpunkts mit dem Zündbefehlswert, der durch die Steuereinheit bereitgestellt wird. Entsprechend der Problemdiagnose gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Fehlzündung in den Zylindern und die Abweichung bezüglich des Zündzeitverlaufs aufgrund von Alterung der Zündelemente, wie zum Beispiel eines Zündsteckers, eines Hochspannungs-

kabels, eines Leistungstransistors oder ähnlichem direkt abhängig vom Verbrennungszustand der Maschine bestimmt werden.

# Patentansprüche

5

## 1. Diagnosevorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen mit

- einer Druck-Erfassungseinrichtung (M3; 6, 7, 8, 9), die den Zylinderinnendruck P der Zylinder der Verbrennungskraftmaschine (M1; 1) 10  
erfaßt und ein entsprechendes Ausgangssignal abgibt,
- einer Differenzierungseinrichtung (27), die das Ausgangssignal von der Druck-Erfassungseinrichtung (M3, 6, 7, 8, 9) empfängt, das 15  
Ausgangssignal differenziert und ein differenziertes Ausgangssignal abgibt,
- einer Beurteilungseinrichtung (27), die das differenzierten Ausgangssignal empfängt 20

dadurch gekennzeichnet, daß

- die Differenzierungseinrichtung (27) das Ausgangssignal der Druck-Erfassungseinrichtung (M3; 6, 7, 8, 9) sowohl bezogen auf den 25  
Kurbelwinkel  $\Theta$  der Verbrennungskraftmaschine differenziert, als auch bezogen auf ein vorbestimmtes kleines Kurbelwinkelintervall  $\Delta\Theta$  fortlaufend die Differenz

$$\Delta \frac{dP}{d\Theta} = \frac{dP}{d\Theta} (\Theta + \Delta\Theta) - \frac{dP}{d\Theta} (\Theta) \quad 30$$

bestimmt und

- die Beurteilungseinrichtung über einen Vergleich der Differenz  $\Delta \frac{dP}{d\Theta}$  mit einem vorbestimmten Wert einen fehlerhaften Zustand der 35  
Verbrennungskraftmaschine (M1; 1) feststellt.

2. Diagnosevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch 40  
gekennzeichnet, daß die Beurteilungseinrichtung (M4; 26), wenn die Differenz  $\Delta \frac{dP}{d\Theta}$  zumindest  
gleich dem vorbestimmten Wert ist, einen für den jeweiligen Zylinder festgelegten Kurbelwinkelwert 45  
für den oberen Totpunkt mit einem Wert vergleicht, der in einem Zähler (CCA) für die vorbestimmten kleinen Kurbelwinkelintervalle gezählt wird, zur Bestimmung des tatsächlichen Zündzeitpunktes (RIG) die Differenz der beiden Werte bildet 50  
und zur Feststellung eines fehlerhaften Zustandes den tatsächlichen Zündzeitpunkt (RIG) mit einem Zündzeitpunkt-Befehlswert (IG) vergleicht.

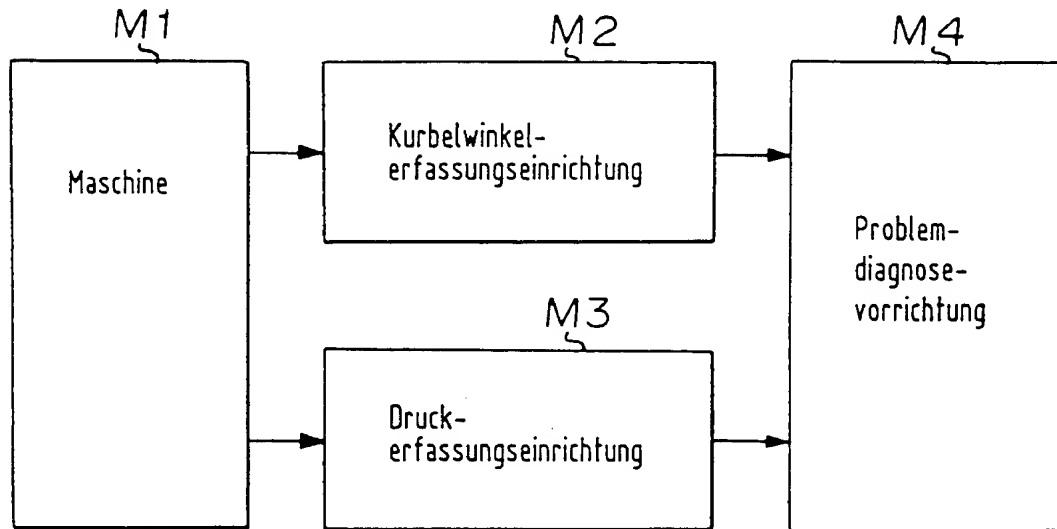
Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

55

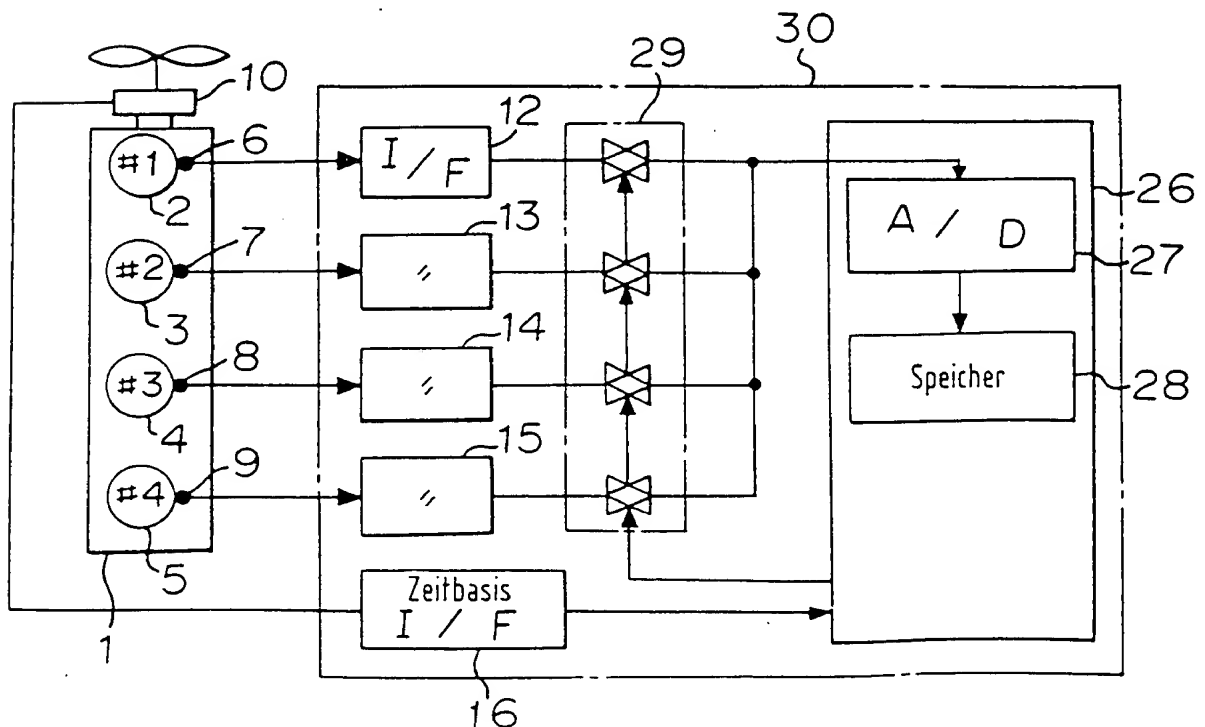
60

65

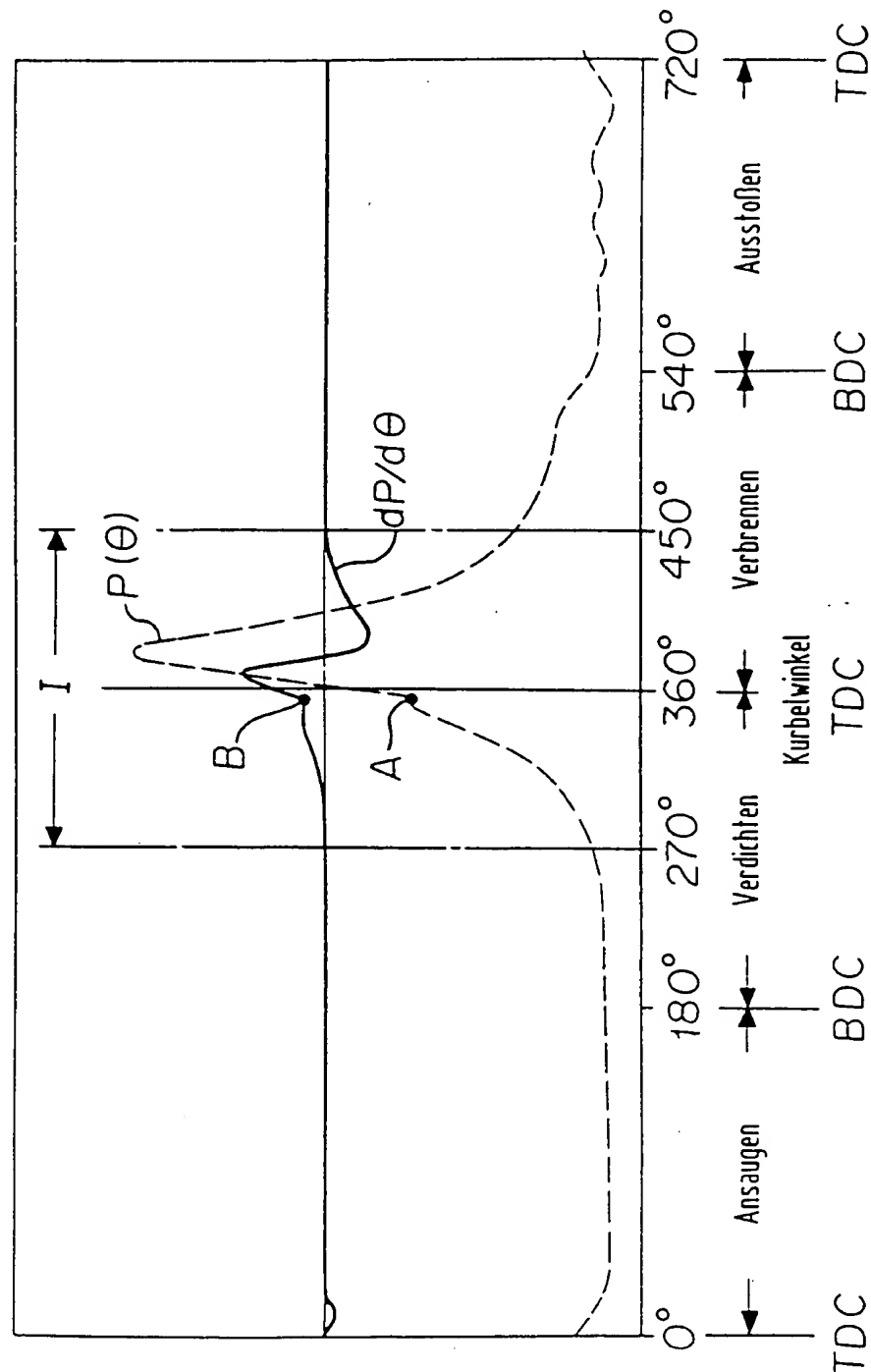
**FIGUR 1**



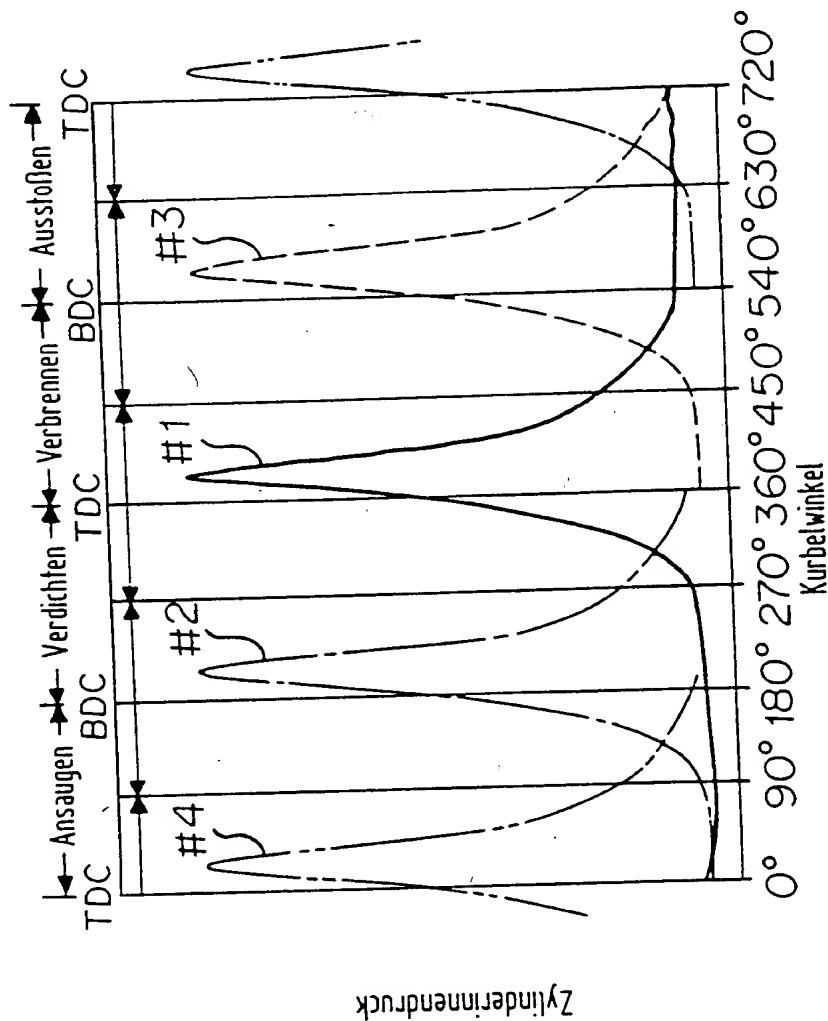
**FIGUR 3**



FIGUR 2



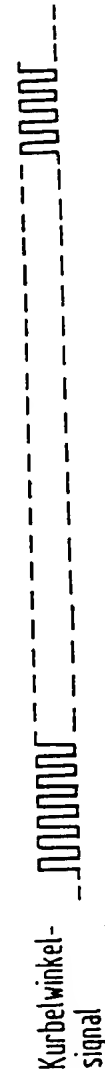
FIGUR 4 a



FIGUR 4 b



FIGUR 4 c





# FIGUR 5

